

---

# UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Pertama  
Sidang Akademik 2007/2008

Oktober/November 2007

**EBB 440 – Metalurgi Gunaan**  
**[Applied Metallurgy]**

Masa: 3 jam  
[Duration: 3 hours]

---

Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi DUA BELAS muka surat yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan.

*[Please ensure that this paper consists of TWELVE printed pages before you proceed with the examination.]*

Kertas soalan ini mengandungi SATU soalan dari BAHAGIAN A dan ENAM soalan dari BAHAGIAN B.

*[This paper contains ONE question from PART A and SIX questions from PART B.]*

**Arahan:** Jawab **LIMA** (5) soalan. BAHAGIAN A **WAJIB** dijawab dan jawab **EMPAT** (4) soalan dari BAHAGIAN B. Jika calon menjawab lebih daripada lima soalan hanya lima soalan pertama mengikut susunan dalam skrip jawapan akan diberi markah.

**[Instruction:** Answer **FIVE** (5) questions. PART A is **COMPULSORY** and answer **FOUR** (4) questions from PART B. If a candidate answers more than five questions, only the first five questions answered will be examined and awarded marks.]

Mulakan jawapan anda untuk setiap soalan pada muka surat yang baru.  
*[Answers to any question must start on a new page.]*

Anda dibenarkan menjawab soalan sama ada dalam Bahasa Malaysia atau Bahasa Inggeris.

*[You may answer a question either in Bahasa Malaysia or in English.]*

**BAHAGIAN A.**  
**PART A.**

1. [a] Adakah proses-proses yang ada seperti tuangan, metalurgi serbuk, dan pembentukan logam (gelekan, tempaan, penyemperitan, kerja kepingan logam) boleh digunakan untuk menghasilkan komposit matriks logam (KML). Bincangkan dan jelaskan alasan-alasan anda (contohnya, pengubahsuaian-pengubahsuaian yang perlu dilakukan, masalah yang anda jangkakan, cadangan kaedah-kaedah untuk mengatasi dan sebagainya).

*Can the existing processes such as casting, powder metallurgy (P/M), and metal deformation (rolling, forging, extrusion, sheet metal works) be used to produce metal matrix composites (MMCs). Discuss and explain your reasons (for example, adjustments that needed to be made, problems that you would expect, suggest ways to eliminate, etc).*

(50 markah/marks)

- [b] Bezakan antara haus logam, haus lelah dan hakisan.

*Differentiate between metallic wear, abrasive wear, and erosion.*

(25 markah/marks)

- [c] Senaraikan pelbagai proses pembauran untuk peningkatan rintangan haus dan berikan aplikasi praktikal untuk setiap proses.

*List the various diffusion processes for increasing wear resistance, and give a practical application of each.*

(25 markah/marks)

**BAHAGIAN B.**  
**PART B.**

2. [a] Bincangkan aspek-aspek berikut berkaitan pelincir:
- (i) Mengapakah pelincir yang digunakan untuk tempaan perlu mempunyai sifat atau ciri-ciri yang berbeza berbanding dengan pelincir yang digunakan untuk gelek?
  - (ii) Apakah pula ciri yang diperlukan bagi pelincir untuk penyemperitan? Adakah ianya akan berbeza dari pelincir untuk gelek atau tempaan?
  - (iii) Jelaskan faktor-faktor yang terlibat dalam memilih pelincir bagi proses-proses pembentukan logam.
  - (iv) Bincangkan kepentingan pelincir dalam proses-proses logam – tuangan, M/S dan pembentukan logam. Adakah peranan yang dimainkan serupa dalam kesemua proses-proses ini?

*Discuss the following aspects about lubricants:*

- (i) *Why would the lubricant used for forging need to have different properties or characteristics than the ones used for rolling.*
- (ii) *What then, the lubricants used in extrusion need to have? Would they differ from lubricants in rolling or forging?*
- (iii) *Explain the factors involved in choosing lubricants in metal deformation processes.*
- (iv) *Discuss the importance of lubricants in metal processes – casting, P/M and metal deformation. Does the role they play similar in all of these processes?*

(50 markah/marks)

- [b] Jumlah masa pemejalan bagi tiga bentuk tuangan perlu dibandingkan: (1) satu sfera dengan diameter = 10 cm, (2) satu silinder dengan diameter dan panjang kedua-duanya = 10 cm, dan (3) satu kiub dengan setiap sisinya = 10 cm. Aloj tuangan yang sama digunakan bagi ketiga-tiga kes.
- (i) Tentukan masa pemejalan relatif bagi setiap geometri.
  - (ii) Berdasarkan kepada keputusan bahagian (i), elemen geometri manakah akan menjadi *riser* yang paling baik? Bincangkan pilihan anda.
  - (iii) Jika Hukum Chvorinov  $C_m = 3.5 \text{ min/cm}^2 \text{ in.}$ , kirakan jumlah masa pemejalan bagi setiap tuangan.

*The total solidification times of three casting shapes are to be compared: (1) a sphere with diameter = 10 cm, (2) a cylinder with diameter and length both = 10 cm, and (3) a cube with each side = 10 cm. The same casting alloy is used in the three cases.*

- (i) *Determine the relative solidification times for each geometry.*
- (ii) *Based on the results of part (i), which geometric element would make the best riser? Discuss your choice.*
- (iii) *If  $C_m = 3.5 \text{ min/cm}^2 \text{ in.}$  Chvorinov's Rule, compute the total solidification time for each casting.*

(50 markah/marks)

3. [a] Satu tuangan pasir keluli menunjukkan ciri-ciri kecacatan penusukan – permukaan yang mengandungi campuran pasir dan logam.
- (i) Apakah langkah-langkah yang boleh diambil untuk mengelakkan kecacatan ini?
  - (ii) Apakah kecacatan-kecacatan lain yang mungkin terjadi akibat dari melakukan langkah-langkah yang disebutkan?

*A large steel sand casting shows the characteristic signs of penetration defect – a surface consisting of a mixture of sand and metal.*

- (i) *What steps can be taken to avoid the defect?*
- (ii) *What other possible defects might result from taking each of the steps mentioned?*

(30 markah/marks)

- [b] Bincangkan yang berikut:

- (i) Apakah sifat-sifat yang menentukan kualiti acuan pasir untuk tuangan pasir?
- (ii) Apakah ciri-ciri penting yang perlu dipertimbangkan apabila memilih pasir yang sesuai untuk acuan tersebut?

*Discuss the following:*

- (i) *What properties determine the quality of a sand mold for sand casting?*
- (ii) *What are the important features one would have to consider when choosing the suitable sand for the mold?*

(30 markah/marks)

- [c] Satu operasi tempaan *upset* dilakukan di dalam satu dai terbuka. Saiz mula bahan kerja ialah  $D_0 = 25$  mm, dan  $h_0 = 50$  mm. Bahagian tersebut ditempa kepada diameter = 50 mm. Logam kerja pada suhu tinggi ini mengalah pada 85 MPa ( $n = 0$ ). Koefisien geseran pada antaramuka dai-bahan kerja = 0.40. Tentukan:
- (i) Tinggi akhir bahan kerja.
  - (ii) Daya maksimum dalam operasi ini.

*A hot upset forging operation is performed in an open die. The initial size of the workpart is  $D_0 = 25$  mm, and  $h_0 = 50$  mm. The part is upset to a diameter = 50 mm. The work metal at this elevated temperature yields at 85 MPa ( $n = 0$ ). Coefficient of friction at the die-work interface = 0.40. Determine:*

- (i) Final height of the workpart.*
- (ii) Maximum force in the operation.*

(40 markah/marks)

## 4. [a] Terangkan yang berikut:

- (i) Apakah faktor-faktor yang mempengaruhi kebendaliran leburan logam sewaktu penuangan ke dalam lompong acuan?
- (ii) Tiga sumber pengecutan dalam tuangan logam selepas penuangan, kecacatan-kecacatan lazim yang dikaitkan dengan sumber-sumber tersebut, dan bagaimanakah kecacatan-kecacatan tersebut boleh dikurangkan?
- (iii) Apakah sebab-sebab mengapa kebuk pembakaran yang terkawal lebih diperlukan dalam persinteran? Apakah yang berlaku kepada serbuk-serbuk logam sewaktu persinteran?
- (iv) Dalam penebukan satu kepingan bulat logam (*blanking*) dan penebukan lubang (*punching*), tunjukkan bagaimana kelegaan (*clearance*) perlu dikenakan terhadap diameter dai dan penebuk. Terangkan mengapa.

*Explain the following:*

- (i) *What are the factors affecting the fluidity of a molten metal during pouring into a mold cavity?*
- (ii) *The three sources of contraction in a metal casting after pouring, common defects associated with them and how to reduce those defects.*
- (iii) *What are the reasons why a controlled furnace is desirable in sintering? What happens to the metal powders during sintering?*
- (iv) *In blanking and punching of a round sheet metal part, indicate how the clearance should be applied to the punch and die diameters. Explain why.*

(60 markah/marks)

- [b] Satu operasi penarikan dalam dilakukan di mana diameter dalaman = 80 mm dan tinggi = 50 mm. Tebal stok = 3.0 mm, dan *blank* asal mempunyai diameter = 150 mm. Radius dai dan penebuk = 4 mm. Kekuatan tegangan = 400 MPa dan kekuatan alah = 180 MPa untuk kepingan logam ini. Tentukan:

- (i) Nisbah pembentukan.
- (ii) Pengurangan.
- (iii) Daya pembentukan.
- (iv) Daya pemegang *blank*.

*A deep drawing operation is performed in which the inside diameter = 80 mm and the height = 50 mm. The stock thickness = 3.0 mm, and the starting blank diameter = 150 mm. Punch and die radii = 4 mm. Tensile strength = 400 MPa, and a yield strength = 180 MPa for this sheet metal. Determine:*

- (i) *Drawing ratio*
- (ii) *Reduction*
- (iii) *Drawing force*
- (iv) *Blankholder force*

(40 markah/marks)



5. [a] Perihalkan proses pengkarbonan ke atas keluli karbon rendah. Terangkan mengapa lindap-kejut dimestikan dalam proses pengkarbonan dan tidak perlu dalam penitridan.

*Describe the carburizing process on low-carbon steel. Explain why quenching is necessary in carburizing and not in nitriding.*

(40 markah/marks)

- [b] Difusiviti,  $D$ , karbon semasa pengerasan selongsong ditakrifkan oleh perhubungan jenis-Arrhenius:

*The diffusivity,  $D$ , of carbon during case hardening is defined by Arrhenius-type relationship:*

$$D = D_0 \exp \left( -\frac{Q}{RT} \right)$$

iaitu  $D_0$  adalah konstan  
 $Q$  adalah tenaga pengaktifan  
 $R$  adalah konstan gas  
 $T$  adalah suhu mutlak

where  $D_0$  is constant  
 $Q$  is activation energy  
 $R$  is gas constant  
 $T$  is absolute temperature

Kepekatan karbon mematuhi hukum kedua Fick's pembauran yang diberikan:

*The concentration of carbon obeys Fick's second law of diffusion, given as:*

$$\frac{C_s - C_x}{C_s - C_o} = \operatorname{erf} \left( \frac{x}{2\sqrt{Dt}} \right)$$

iaitu  $C_s$ ,  $C_x$  dan  $C_o$  adalah kepekatan karbon di permukaan, di kedalaman  $x$ , dan pada permulaan proses masing-masing dan  $t$  adalah masa dalam saat.

Hitung kepekatan karbon pada kedalaman 0.2 mm di dalam keluli karbon rendah 0.2% C yang telah terkeras kelongsong selama 10 jam pada 850°C. Andaikan kepekatan karbon pada permukaan adalah 0.9% ( $D_o = 25 \text{ mm}^2\text{s}^{-1}$ ,  $Q = 145 \text{ kJ mol}^{-1}$ ,  $R = 8.314 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$ ).

*where  $C_s$ ,  $C_x$  and  $C_o$  are concentrations at the surface, at depth  $x$  and at the start of the process, respectively, and  $t$  is time in seconds.*

*Calculate the concentration of carbon at a depth of 0.2 mm in a 0.2% C case hardened for 10 L at 850°C. Assume the surface concentration of carbon is 0.9%. ( $D_o = 25 \text{ mm}^2\text{s}^{-1}$ ,  $Q = 145 \text{ kJ mol}^{-1}$ ,  $R = 8.314 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$ ).*

(60 markah/marks)

6. [a] Senaraikan beberapa sebab utama mengapa barangan atau bahagian yang dikilang mesti dibersihkan.

*List down some of the important reasons. Why manufactured parts must be cleaned.*

(25 markah/marks)

- [b] Senaraikan jenis proses salutan yang utama.

*List down the most common types of coating process.*

(25 markah/marks)

- [c] Bahagian atau barangan keluli dengan keluasan permukaan  $A = 125 \text{ cm}^2$  akan disadur dengan nikel. Apakah tebal purata saduran yang terhasil jika arus sebanyak 12 amp dikenakan selama 15 min di dalam mandian elektrolit asid sulfat.

*A steel part with surface area  $A = 125 \text{ cm}^2$  is to be nickel plated. What average plating thickness will result if 12 amps are applied for 15 min in an acid sulfate electrolyte bath?*

(50 markah/marks)

7. [a] Apakah kelebihan dan kekurangan kimpalan berbanding dengan jenis-jenis operasi penyambungan yang lain?

*What are the advantages and disadvantages of welding compared to other types of assembly operations?*

(25 markah/marks)

- [b] Apakah zon terkesan haba (HAZ) di dalam kimpalan pelakuran?

*What is heat affected zone (HAZ) in a fusion weld?*

(25 markah/marks)

- [c] Sumber kuasa di dalam peralatan kimpalan boleh menjana kuasa 3500 W yang boleh dipindahkan ke permukaan kerja dengan kecekapan  $f_1 = 0.7$ . Keluli yang hendak dikimpal adalah keluli karbon rendah, mempunyai takat lebur mempunyai takat lebur  $T_m = 1760$  K. Kecekapan peleburan di dalam operasi ini adalah  $f_2 = 0.5$ . Suatu kimpalan kambi berterusan akan dibina dengan luas keratan-rentas  $A_w = 200 \text{ mm}^2$ . Tentukan kelajuan pergerakan operasi kimpalan.

*The power source in a particular welding setup is capable of generating 3500 W that can be transferred to the work surface with an efficiency  $f_1 = 0.7$ . The metal to be welded is low carbon steel, whose melting temperature is  $T_m = 1760$  K. Melting efficiency in the operation is  $f_2 = 0.5$ . A continuous fillet weld is to be made with a cross-sectional area  $A_w = 200 \text{ mm}^2$ . Determine the travel speed at which the welding operation can be accomplished.*

(50 markah/marks)